

JURNAL TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TARIK BELAH BETON YANG MENGUNAKAN TERAK NIKEL SEBAGAI AGREGAT KASAR



Oleh :

ADITYA HERIYO PURNAMA

D 111 12 004

JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2016

***STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TARIK BELAH BETON YANG
MENGUNAKAN TERAK NIKEL SEBAGAI AGREGAT KASAR***

*Aditya Heriyo Purnama, M.W. Tjaronge, Abd. Rahman Djamaluddin
Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar*

Alamat Korespondensi

Aditya Heriyo Purnama
Fakultas Teknik Jurusan Sipil
Universitas Hasanuddin Gowa, 92133
HP : 082242833992
Email : adityapurnama95@gmail.com

STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TARIK BELAH BETON YANG MENGGUNAKAN TERAK NIKEL SEBAGAI AGREGAT KASAR

Aditya Heriyo Purnama¹, M. W. Tjaronge², Abd. Rahman Djamaluddin²

ABSTRAK

Penggunaan material dari sumber daya alam untuk kebutuhan industri beton setelah tahun 2010 mencapai 8-10 juta ton pertahun. Besarnya kebutuhan tersebut mendorong industri konstruksi untuk melakukan pengembangan yang berkelanjutan serta mencari inovasi material. Salah satu inovasi yang dapat dilakukan adalah penggunaan terak nikel sebagai agregat kasar dalam campuran beton. Terak nikel (*Nickel Slag*) adalah bahan padat hasil buangan penambangan nikel yang kemudian membentuk *liquid* panas lalu mengalami pendinginan menghasilkan batuan alam. Pengujian kuat tarik belah dilakukan untuk mengevaluasi ketahanan geser dari komponen struktur yang terbuat dari beton yang menggunakan terak nikel. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tarik belah beton dengan terak nikel baik untuk *curing* udara dan air semakin meningkat seiring dengan bertambahnya masa curing. Kuat tarik belah beton dengan curing air lebih tinggi 6 – 12 % dibanding dengan curing udara.

Kata Kunci : Beton, Terak Nikel, Beton Terak Nikel, Kuat Tarik Belah

¹Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin

²Dosen, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Beton merupakan material yang dibentuk dari campuran antara semen, agregat kasar, agregat halus, air, dengan atau tanpa bahan tambah (*admixture*). Beton merupakan salah satu material yang banyak dipilih dalam pembangunan infrastruktur karena dinilai memiliki banyak keunggulan, mulai dari sisi pemeliharaan yang memakan biaya yang rendah, sisi kekuatan yang kuat dan awet, serta memberikan dampak lingkungan yang rendah.

Penggunaan material dari sumber daya alam untuk kebutuhan industri beton setelah tahun 2010 mencapai 8-10 juta ton pertahun [1]. Besarnya kebutuhan tersebut mendorong industri konstruksi untuk melakukan pengembangan yang berkelanjutan dengan penggunaan material non-konvensional, inovasi material, penggunaan kembali material dan daur ulang material buangan sebagai beberapa cara yang ditempuh untuk mengatasi kelangkaan sumber daya alam dan menemukan beberapa cara untuk menyelamatkan lingkungan.

Salah satu inovasi dalam hal material dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan terak (*slag*) nikel dalam campuran beton. Terak nikel merupakan bahan buangan hasil penambangan nikel yang dapat dimanfaatkan sebagai agregat kasar. Untuk setiap proses pemurnian satu ton produk nikel menghasilkan terak sebesar 50 kali lipat atau setara dengan 50 ton (Sugiri, 2015). Komoditas nikel produksi tahun 2014 sebesar 74.5 ribu ton maka perkiraan dengan asumsi perhitungan di atas menghasilkan sekitar 3.72 juta ton terak nikel. Jumlah sebanyak itu menunjukkan adanya potensi besar terak nikel untuk dapat dimanfaatkan dalam campuran beton. Selain disatu sisi penggunaan terak nikel dapat menjadi salah satu jawaban dari kelangkaan sumber daya alam yang saat ini terjadi.

Untuk mengetahui sifat mekanis dan fisik dari terak nikel, maka perlu dilakukan pengujian baik untuk terak nikel itu sendiri maupun ketika dijadikan campuran dalam beton. Salah satu pengujian yang dapat dilakukan adalah pengujian kuat tarik belah beton. Pengujian kuat tarik belah untuk konstruksi bangunan memang jarang dilakukan, namun untuk untuk konstruksi lain terutama jalan, pengujian ini penting untuk dapat mengendalikan retak yang mungkin terjadi akibat pembebanan.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tarik belah beton yang menggunakan terak nikel sebagai agregat kasar dengan variasi *curing* udara dan air.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Gowa. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen di Laboratorium berupa pengujian kuat tarik belah beton yang menggunakan terak nikel sebagai agregat kasar dengan variasi curing udara dan air. Waktu penelitian selama kurang lebih 5 bulan yakni mulai bulan Maret – Juli 2016.

Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu timbangan, oven, ayakan, mesin penggetar ayakan, corong konik, kerucut Abrams, mesin pencampur bahan, cetakan benda uji berbentuk silinder ukura 10 cm x 20 cm, *Universal Testing Machine* dan alat bantu (vibrator, catok semen, piknometer, pengukur waktu, ember, mistar dan computer set).

Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan yang terdiri dari :

1. Semen PCC (*Portland Composite Cement*).
2. Agregat halus (pasir) yang berasal dari daerah Bili-Bili, Gowa, Sulawesi Selatan.
3. Agregat kasar (terak nikel) yang berasal dari limbah hasil buangan penambangan nikel PT. Vale Indonesia, Sorowako, Sulawesi Selatan.
4. Air yang digunakan untuk campuran adalah air yang berasal dari Gowa, Sulawesi Selatan.
5. Bahan tambaj (*Admixture*) yaitu *superplasticizer* berbasis *polycarboxylate*

Prosedur Penelitian

Sebelum dilakukan pembuatan benda uji, dilakukan pemeriksaan agregat berdasarkan SNI. Metode rancangan campuran yang digunakan adalah metode *trial mix*. Berikut langkah-langkah perencanaan campuran beton.

1. Menentukan nilai faktor air semen, yaitu 0.225 (22.5%)
2. Slump rencana ditentukan 5 ± 2.5
3. Kadar air yang digunakan pada campuran beton memiliki nilai yang tetap yaitu sebesar 135 L.
4. Menghitung jumlah semen sesuai dengan faktor air semen dan jumlah air yang telah ditentukan.
5. Penentuan komposisi agregat.

Pengujian Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah beton adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar

dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan. Pengujian kuat tarik belah beton

Pada pengerjaan konstruksi bangunan, pengujian kuat tarik belah memang jarang dilaksanakan dengan alasan tidak memberikan dampak yang begitu besar pada proses pengerjaan. Namun untuk pekerjaan konstruksi lain terutama jalan beton, pengujian ini penting untuk dilakukan untuk mengetahui kemampuan dari beton untuk menahan gaya tarik.



Gambar 1 Pengujian kuat lentur beton

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Agregat

Hasil pengujian karakteristik agregat halus (pasir) dan agregat kasar (terak nikel) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Rekapitulasi Karakteristik Agregat

No.	Karakteristik Agregat	Agregat Halus (Pasir)	Agregat Kasar (Terak Nikel)
1	Diameter (mm)	0,14 – 5	5,01 - 20
2	Modulus Kehalusan	2.61	7.43
3	Berat Jenis Spesifik		
	a. Berat Jenis SSD	2.58	3.25
	b. Berat Jenis Curah	2.47	3.21
	c. Berat Jenis Semu	2.76	3.28
4	Penyerapan Air (%)	4.18	1.19
5	Berat Volume		
	a. Kondisi Lepas (kg/l)	1.43	-
	b. Kondisi Padat (kg/l)	1.74	-
6	Kadar Lumpur (%)	3.00	-
7	Kadar Organik	No. 1 (Rendah)	-

Karakteristik Terak Nikel

Komposisi kimia yang terkandung pada terak nikel berdasarkan penelitian dari Sugiri (2005) diperlihatkan pada tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia Terak Nikel

Senyawa	Jumlah (%)
Silika (SiO_2)	41.47
Alumina (Al_2O_3)	2.58
Ferro Oksida (Fe_2O_3)	30.44
Magnesia (MgO)	22.75
Alkalis ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)	0.68

Tabel 2 menunjukkan bahwa kandungan senyawa kimia terbesar dalam slag nikel adalah silika (SiO_2) sebesar 41.47 %. Dengan senyawa silika yang tinggi penggunaan terak nikel sebagai agregat kasar dapat memperkuat ikatan antara agregat dan pasta.

Superplasticizer

Superplasticizer yang digunakan dalam pengujian ini adalah *Superplasticizer* berbasis *polycarboxylate*. Kadar *superplasticizer* yang digunakan dalam pencampuran beton adalah sebesar 800 ml per 100 kg semen.



Gambar 2. *Superplasticizer* berbasis *Polycarboxylate*

Mix Design Beton

Rancangan campuran beton normal dengan penambahan *superplasticizer* menggunakan variasi *curing* air dan udara.

Tabel 3. Komposisi Campuran Beton untuk 1 m³

Material	Berat (kg)	Volume (l)	Berat Jenis (kg/l)
Air + Glenium	135	135	1
Semen	600	199.34	3.01
Udara (1%)	-	10	-
Pasir	755.94	293	2.58
Slag	1179.63	362.96	3.25
Total	2670.57	1000	-

Nilai Slump

Kelecekan (*workability*) adukan beton yang merupakan ukuran dari tingkat kemudahan campuran untuk diaduk, diangkut, dituang dan dipadatkan dilihat dari hasil pengujian *slump*. Pengujian *slump* pada penelitian ini mengacu pada SNI 1972 – 2008 dan dilakukan sebanyak 2 kali yang hasilnya diperlihatkan pada tabel 4.

Tabel 4. Nilai *slump test*

Nomor Pengujian	Nilai <i>Slump</i> (cm)	Syarat Nilai <i>Slump</i> (cm)
1	5	5 ± 2.5
2	5.5	



Gambar 3. Pengujian nilai slump

Berat Volume Beton Segar

Dari hasil pemeriksaan beton segar, didapatkan hasil berat volume beton segar rata – rata sebesar 2673.99 kg/m^3 . Hasil tersebut menunjukkan nilai yang hampir sama dengan dengan rancang campur beton sebesar 2670.57 kg/m^3 yang artinya pengerjaan berjalan dengan baik. Hasil lengkap dari pemeriksaan beton segar dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Berat Beton Segar

Berat Volume Beton Segar (Kg/m^3)	2673.99
Berat Volume <i>Mix Design</i> (Kg/m^3)	2670.57

Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah pada penelitian ini mengacu pada SNI 03-2491-2002. Pengujian dilakukan dengan variasi jenis *curing*. Ada dua jenis *curing*, yaitu *curing* udara dan air yang masing masing diuji pada umur beton 3, 7, dan 28 hari. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 6 dan 7.

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah (*Curing Udara*)

Umur	Tinggi	Diameter	Beban	f_c	f_c^c rata - rata
	(L)	(d)	(P)		
Hari	(cm)	(cm)	(kN)	MPa	Mpa
3	20	10	106.00	3.38	3.36
	20	10	105.60	3.36	
	20	10	104.80	3.34	
7	20	10	114.80	3.66	3.68
	20	10	115.60	3.68	
	20	10	115.80	3.69	
28	20	10	135.46	4.31	4.36
	20	10	138.71	4.42	
	20	10	136.60	4.35	

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah (*Curing Air*)

Umur	Tinggi	Diameter	Beban	f_c	f_c^c rata - rata
	(L)	(d)	(P)		
Hari	(cm)	(cm)	(kN)	MPa	Mpa
3	20	10	116.80	3.72	3.81
	20	10	118.80	3.78	
	20	10	123.60	3.94	
7	20	10	127.80	4.07	4.17
	20	10	133.60	4.25	
	20	10	131.40	4.18	
28	20	10	149.86	4.77	4.76
	20	10	149.85	4.77	
	20	10	148.49	4.73	

Dari tabel 6 dan 7 terlihat bahwa hubungan antara waktu *curing* dan kuat tarik belah rata - rata adalah berbanding lurus. Nilai kuat tarik belah akan naik seiring dengan bertambahnya umur beton.

Dari tabel di atas juga terlihat bahwa kuat tarik belah beton pada umur 3, 7, dan 28 hari untuk curing udara masing – masing sebesar 3.36 MPa, 3.68 MPa, dan 4.36 MPa. Sedangkan kuat tarik belah beton pada umur yang sama untuk curing air masing – masing sebesar 3.81 MPa, 4.17 MPa, 4.76 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa curing air dapat meningkatkan nilai kuat tarik belah beton sebesar 6 – 12 %.

KESIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian kuat tarik belah beton yang menggunakan terak nikel baik untuk *curing* udara dan air didapatkan hasil yang hampir sama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan rangkaian penelitian mengenai penggunaan terak nikel sebagai material beton yang dikembangkan di Laboratorium Eco Material, Jurusan teknik sipil Universitas Hasanuddin. Ucapan terima kasih untuk diskusi-diskusi dan masukan dari saudara Ridwan Banda (mahasiswa Program Studi S3 Teknik Sipil Universitas Hasanuddin)

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Mahmood, S. M. and Hashmi, S. M. 2014. *An Experimental Investigation on Strength Properties of Concrete Through Full Replacement of Sand by Copper Slag*. International Journal of Structural and Civil Engineering Research.(Online).Vol. 3:No.4.(<http://www.ijscer.com/currentissue.php>, diakses 18 September 2015)
- [2]Nawi, Edward. G. 1998. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar. Jilid I*. Bandung: Refika Aditama
- [3]Neville. A. M. dan Brooks J.J. *Concrete Technology :4th Edition*. Longman Scientific & Technical, New York. 2005
- [4]SNI S – 04 – 1989 – F. *Syarat Mutu Agregat dalam Campuran Beton*
- [5]SNI T-15-1990-03. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*
- [6]Standar Nasional Indonesia 1974-2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*
- [7]Standar Nasional Indonesia 15-2049-2004. *Semen Portland*.
- [8]Standar Nasional Indonesia 15-7064-2004. *Semen Portland Komposit*.
- [9]Standar Nasional Indonesia 03-2847-2013. *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*
- [10]Standar Nasional Indonesia 1972 - 2008. *Cara Uji Slump Beton*
- [11]Standar Nasional Indonesia 03-2491-2002. *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*
- [12]Standar Nasional Indonesia. 2003. *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen* (Pd T-14-2003) : Badan Standarisasi Nasional
- [13]Sugiri, S. 2005. *Penggunaan Terak Nikel sebagai Agregat dan Campuran Semen untuk Beton Mutu Tinggi*.Jurnal Infrastruktur dan Lingkungan Binaan. (Online). Vol. 1 :No.1.(<http://www.ftsl.itb.ac.id/uploads/2007/04>, diakses 06 September 2015)
- [14]Tjaronge, M. W. 2012. *Teknologi Bahan Lanjutan Semen dan Beton Berongga, Makassar*
- [15]Tjaronge, M.W. 2014. *Teknologi Material Beton yang Berwawasan Lingkungan dan Aplikasinya pada Pembangunan Berkelanjutan* (Orasi Ilmiah)